

BIOREMEDIACIÓ D'AMBIENTS AQUÀTICS D'AIGUA DOLÇA CONTAMINATS AMB MERCURI

Alba Mir Cros – Treball de fi de Grau – Grau en Microbiologia



DESCRIPCIÓ DEL TEMA

El mercuri (Hg) és un dels metalls pesats amb més importància mediambiental i que causa més problemes degut a la seva tendència a acumular-se en els teixits vius i a la seva elevada toxicitat.

És alliberat a l'ambient a partir de diverses fonts de procedència, incloent les fonts naturals i les antropogèniques. En l'actualitat, les concentracions elevades de Hg són alliberades a l'ambient a través d'activitats industrials.

Els metalls es troben als ambients entre les seves formes oxidades i reduïdes i entre les seves formes inorgàniques i orgàniques. Els microorganismes intervenen tant en el cicle redox dels metalls com en la transformació dels metalls entre les seves formes orgàniques i inorgàniques. La toxicitat del Hg orgànic es deu a la seva liposolubilitat, la qual li permet travessar membranes mentre que el Hg inorgànic és transportat a través de les membranes mitjançant proteïnes. Tots els danys que causen resulten en irritabilitat, pèrdua de sensibilitat en les extremitats, dificultats en la visió i l'audició, tremolors, dany renal i, eventualment, la mort.

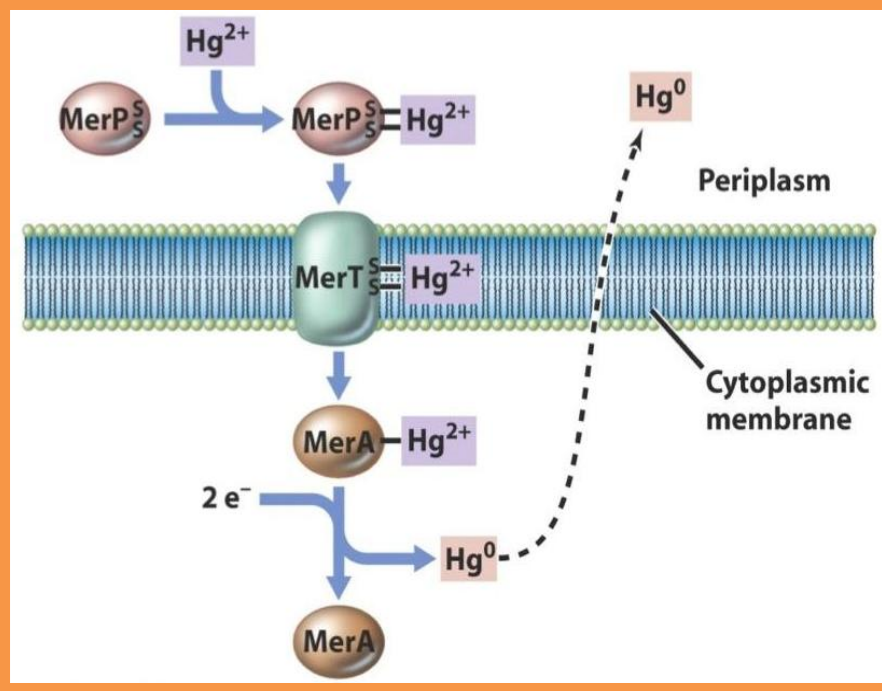
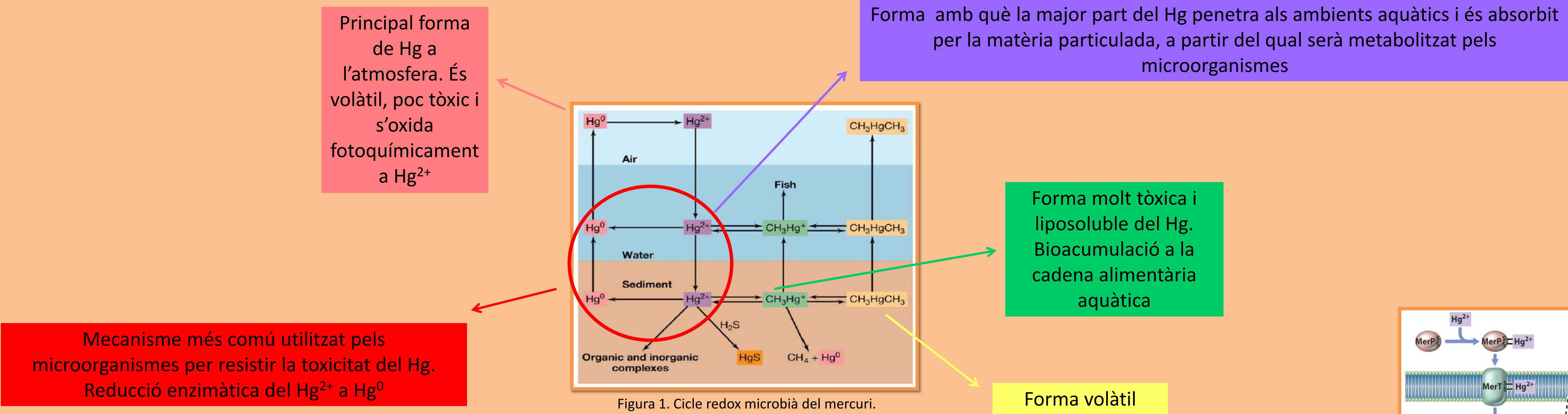


Figura 2. Mecanisme de reducció del Hg^{2+} a Hg^0 en *Pseudomonas aeruginosa*.

Alguns bacteris, com és el cas de *Pseudomonas aeruginosa*, duen a terme la biotransformació del Hg. En aquests, els gens de resistència al Hg, els gens *mer*, resideixen en un plasmidi organitzats en un operó sota el control de la proteïna reguladora MerR. En Presència de Hg^{2+} s'activa la transcripció de l'operó.

Amb aquest treball es pretén conèixer el procés de bioremediació en ambients aquàtics d'aigua dolça contaminats amb Hg mitjançant la resistència que presenten certs bacteris a aquest metall pesat, així com també fer un anàlisi dels avantatges que suposa la presència d'aquests microorganismes per la millora de la qualitat dels ambients i oferir una visió global del tema en l'actualitat i les perspectives futures que es presenten.

APLICACIONS

Disseny d'una planta pilot pel tractament d'aigües contaminades amb Hg procedents d'efluències d'una indústria d'electròlisi de la República Txeca per tal d'abocar-les finalment lliures del metall als ambients aquàtics d'aigua dolça.

METODOLOGIA

Construcció d'una planta pilot amb capacitat per tractar 100 m³ d'aigües residuals al dia, la qual va operar de manera contínua durant 8 mesos.

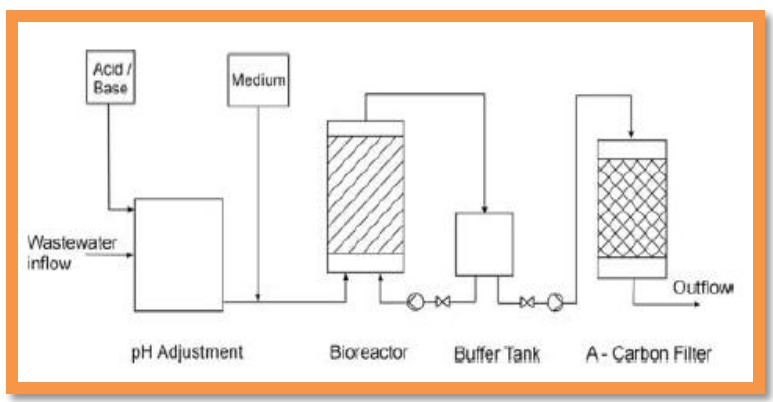


Figura 5. Esquema del flux de la planta pilot pel tractament en continu dels efluents industrials.

Les concentracions de Hg es van monitoritzar mitjançant la tècnica de vapor fred i el pretractament de la mostra amb $KMnO_4$.

La planta pilot va ser inoculada amb un biofilm bacterià, conformat per set soques de *Pseudomonas* resistentes a Hg cultivades prèviament per separat i immobilitzades sobre un suport de pedra tosca.

L'activitat del bioreactor es va obtenir a partir de les 12h de la inoculació.

RESULTATS

El procés va ser eficient en fluctuacions de mercuri en el flux d'entrada d'entre 2 i 10 mg/l. En 8 mesos, 7.593'6 m³ d'aigües residuals van ser tractades, contenint un total de 29'3 Kg de Hg. La planta pilot va eliminar el 98% del Hg d'entrada (28'8 Kg).

Es va observar una successió de soques resistentes al Hg en la comunitat microbiana dins el bioreactor, la diversitat de la qual va augmentar.

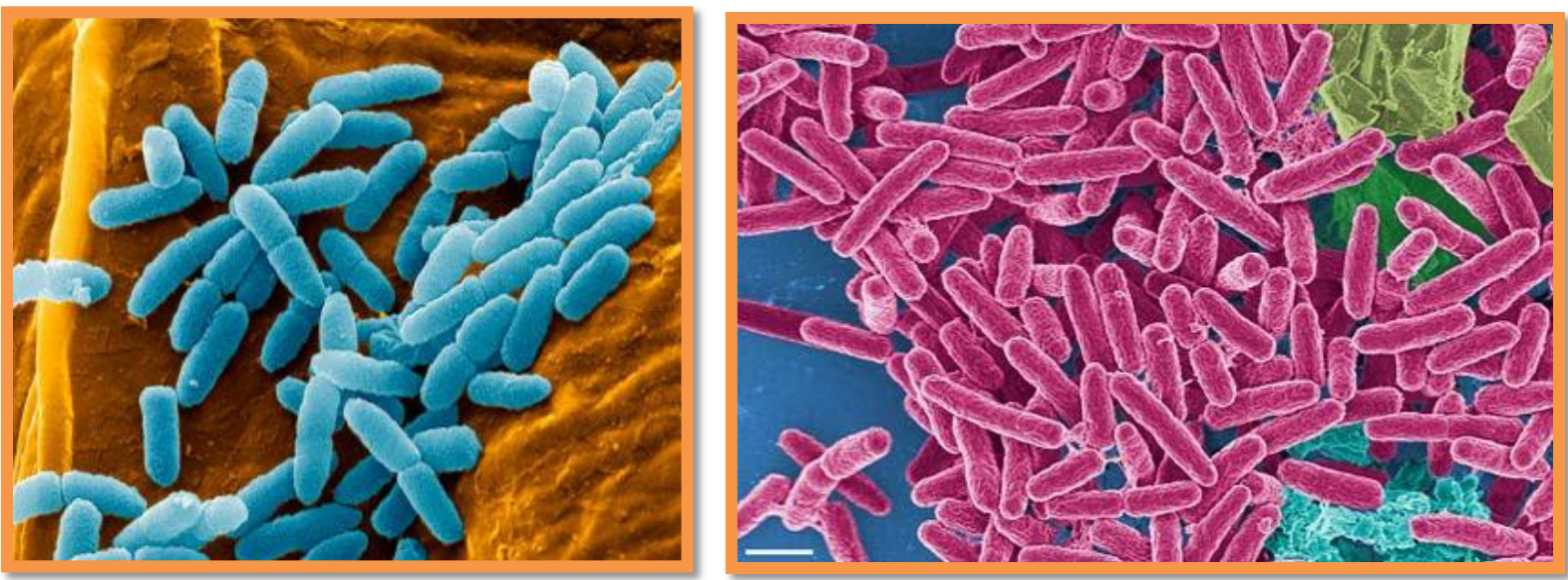
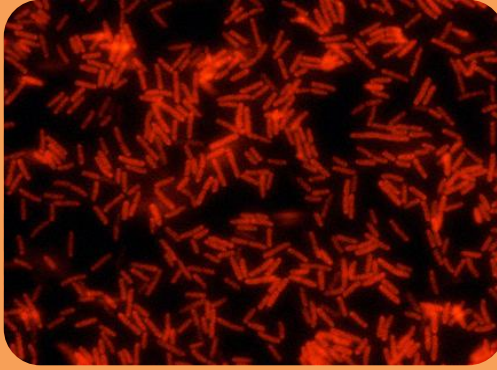


Figura 4. *Pseudomonas aeruginosa*.

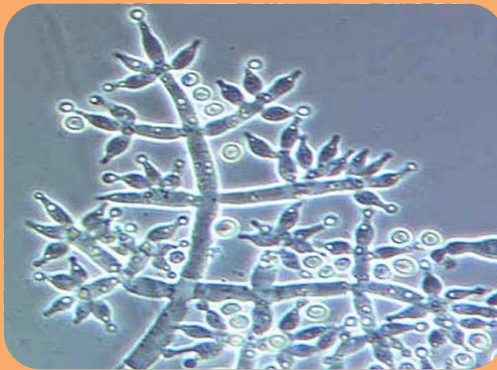
APLICACIONS ALTERNATIVES

Bioremediació bacteriana



- L'operó *mer* presenta un conjunt i disposició similar de gens en alguns bacteris grampositius
- S'ha observat també el segrest intracel·lular del Hg en algunes soques, així com l'adsorció a EPS i la precipitació com a mecanismes de bioremediació

Micoremediació



- Acumulació i adsorció per part de la massa fúngica
- Possible implicació de les hidrofobines en la captura

Ficoremediació



- Adsorció sobre la paret cel·lular com a mecanisme extracel·lular
- Transport i precipitació com a mecanisme intracel·lular, paper important de les metaloproteïnes de classe III

Fitoremediació



- Rizofiltració com a tecnologia més prometedora en ambients aquàtics. Consisteix en l'absorció i concentració de Hg en arrels i brots

Ús de plantes transgèniques



- Transferència de gens des d'organismes que presenten l'habilitat de remediare contaminats a plantes susceptibles de ser transformades
- S'ha provat amb el gen *merA* entre altres, inclosa la co-expressió de diversos gens

CONCLUSIONS

Nombroses tecnologies de remediació dels ambients contaminats amb Hg s'han desenvolupat, sent algunes d'elles molt prometedores, tal és el cas de la bioremediació. En bacteris, entre els mecanismes de resistència al Hg destaquen els processos enzimàtics conferits per l'expressió de l'operó *mer*. La reducció enzimàtica del Hg^{2+} a Hg^0 permet la volatilització d'aquest, capacitat que posseeixen certs bacteris entre els que destaquen el gènere *Pseudomonas*. La presència d'aquest sistema codificat genèticament ha permès a aquests organismes colonitzar ambients amb elevats nivells de Hg i alhora detoxificar-los, sent una solució al problema mediambiental i d'elevada toxicitat per els éssers vius que suposa la presència d'aquest element a l'ambient, procedent en elevades quantitats d'activitats industrials. Des de fa dècades s'han desenvolupat nombroses investigacions que involucren la bioremediació bacteriana, la micoremediació, la ficoremediació i la fitoremediació de Hg, sent algunes d'elles àrees encara poc explorades. Més recentment, s'està explorant amb l'ús de plantes transgèniques. Tot i que hi ha sistemes ben caracteritzats i que s'estan aplicant, de cara al futur és necessari ampliar els estudis concernents a l'aplicació d'aquests sistemes per remoure Hg dels ambients dulciaquícules naturals.

REFERÈNCIES

Brock. Biología de los microorganismos. 12ª edición. Pearson Educación, 2009.

Pilot plant for bioremediation of mercury-containing industrial wastewater. Applied Microbiology and Biotechnology 2003; 62:124-133.

Remediación biológica de Mercurio: Recientes avances. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental i Algal 2012; 3(2):119-146.